

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0010157
Application Number

출원년월일 : 2003년 02월 18일
Date of Application FEB 18, 2003

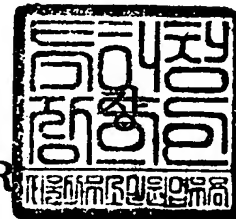
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 04 월 28 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.02.18
【발명의 명칭】	디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치 및 그의 채널 추정 방법
【발명의 영문명칭】	Digital communication system having channel estimation device and a method channel estimating thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	정홍식
【대리인코드】	9-1998-000543-3
【포괄위임등록번호】	2003-002208-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	권용식
【성명의 영문표기】	KWON, YONG SIK
【주민등록번호】	750314-1815017
【우편번호】	133-824
【주소】	서울특별시 · 성동구 성수1가2동 670-71
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정진희
【성명의 영문표기】	JEONG, JIN HEE
【주민등록번호】	781102-2010927
【우편번호】	130-825
【주소】	서울특별시 동대문구 이문1동 87-70호 24/3
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김정진
【성명의 영문표기】	KIM, JUNG JIN
【주민등록번호】	741224-1790611

【우편번호】 706-770

【주소】 대구광역시 수성구 범어4동 평광아파트 1동 502호

【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 다
리인 정홍
식 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	16 면	16,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	0 항	0 원
【합계】		45,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치는, 수신신호와 기준신호인 PN 시퀀스 간의 상관관계를 이용하여 제1수신신호의 상관함수 및 PN시퀀스 간의 상관관계를 이용하여 PN 시퀀스의 상관함수를 구하는 상관부와, 제1수신신호의 상관함수에 제1문턱값을 적용하여 제1다중경로를 추정하는 제1추정부와, 제1다중경로를 이용하여 제1수신신호의 상관함수에 포함된 상관노이즈를 제거하여 제3수신신호의 상관함수를 출력하는 상관노이즈제거부와, 상관노이즈가 제거된 제3수신신호의 상관함수에 제2문턱값을 적용하여 제2다중경로를 추정하는 제2추정부를 갖는다. 따라서, 채널 추정 장치의 성능 열화 요인 중 종래에 해결하지 못했던 상관노이즈를 제거할 수 있으며, 이에 의해 채널 추정 오차를 줄일 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

상관노이즈, 다중경로, 채널 응답 함수, PN 시퀀스, 채널 추정 장치

【명세서】**【발명의 명칭】**

디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치 및 그의 채널 추정 방법{Digital communication system having channel estimation device and a method channel estimation thereof}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 일반적인 채널 추정 장치에 대한 개략적인 블록도,
도 2는 도 1에 의해 약한 다중경로가 추정되는 과정을 설명한 도,
도 3은 도 1에 의해 강한 다중경로가 추정되는 과정을 설명한 도,
도 4는 본 발명에 따른 채널 추정 장치에 대한 개략적인 블록도,
도 5는 도 4에 의해 얻은 동기신호 상관함수(x_n)를 도시한 도,
도 6a 내지 도 6h는 도 4에 의해 약한 다중경로가 추정되는 과정을 설명한 도,
도 7a 내지 도 7h는 도 4에 의해 강한 다중경로가 추정되는 과정을 설명한 도, 그
리고

도 8은 도 4에 의해 채널 추정 방법에 대한 흐름도이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

411 : 상관부 413 : 제1추정부

415 : 상관노이즈제거부 417 : 제2추정부

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <12> 본 발명은 디지털 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 디지털 송수신 통신 시스템 간의 약속된 신호인 동기신호를 이용하여 수신신호의 다중경로를 추정하는 채널 추정 장치 및 그의 채널 추정 방법에 관한 것이다.
- <13> 일반적으로 디지털 통신 시스템은 동기나 등화를 위해 송수신기 간에 미리 약속된 동기신호를 사용자 데이터 사이에 삽입하여 송신한다. 약속된 동기신호는 일반적으로 PN(Pseudo-noise) 시퀀스가 많이 사용된다. 이하에서는 약속된 동기신호로서, PN 시퀀스를 예로서 설명한다.
- <14> 도 1은 일반적인 채널 추정 장치(100)에 대한 개략적인 블록도이다. 채널 추정 장치는 수신측에서는 채널을 거쳐 수신된 PN 시퀀스와 기준신호 PN 시퀀스간의 상관관계(Correlation)를 이용하여 상관값을 산출하는 상관부(111)와, 미리 설정한 문턱값을 적용하여 문턱값 이상의 상관값을 찾아 그 상관값과 위치를 다중경로 크기와 위치로 추정하는 추정부(113)을 갖는다.
- <15> 이때, 미리 설정한 문턱값은 상관노이즈(Correlation Noise)에 대해 최대값 이상이어야 한다. 상관노이즈란, 도 2에 도시된 바와 같이 잡음과 인접 데이터의 영향이 없는 상태에서도 상관관계에 의해 가지는 작은 값들을 나타낸다. 상관노이즈는 PN 시퀀스의 길이에 따라 표 1에 나타낸 바와 같이 달라진다.

<16> 【표 1】

PN 시퀀스 길이	63	255	511
최대corr.noise	0.1109(-19.1)	0.0708(-23.0)	0.0412(-27.7)

<17> Linear scale(dB scale)

<18> PN 시퀀스 길이에 따라 최대 상관노이즈가 표 1과 같이 나타나므로 이미 설정된 문턱값은 표 1의 값 보다 커야하며, 문턱값 이하의 값들은 버려지므로 상관노이즈에 포함된 문턱값 이하의 다중경로는 판단할 수 없다.

<19> 도 2는 약한 다중경로가 존재할 때 채널 추정 성능을 나타낸 것이다. 상관부(111)에서는 도 2의 (a)와 같은 채널을 거친 PN 시퀀스와 기준신호 PN 시퀀스간의 상관관계를 취하면 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 0dB, -10dB, -25dB 크기와 0Ts, 30Ts, 60Ts 지연을 갖는 수신신호의 상관값을 구한다. 이후, 추정부(113)에서는 도 2의 (b)에 도시된 바와 같은 수신신호의 상관값에 문턱값을 적용하여 도 2의 (c)와 같은 채널을 추정한다.

<20> 여기서, 도 2의 (a)에 도시된 수신 채널과 도 2의 (c)에 도시된 추정된 채널을 비교해 볼 때, 추정된 채널은 수신 채널의 -25dB 경로를 판단하지 못한다.

<21> 도 3은 강한 다중경로가 존재할 때 채널 추정 성능을 나타낸 것이다. 상관부(111)에서는 도 3의 (a)와 같은 채널을 거친 PN 시퀀스와 기준신호 PN 시퀀스간의 상관관계를 취하면 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 0dB, -1dB, -3dB 크기와 0Ts, 30Ts, 60Ts 지연을 갖는 수신신호의 상관값을 구한다. 이후, 추정부(113)에서는 도 3의 (b)에 도시된 바와 같은 수신신호의 상관값에 문턱값을 적용하여 도 3의 (c)와 같은 채널을 추정한다.

<22> 여기서, 도 3의 (b)에 도시된 수신신호의 상관값은 강한 다중경로에 따른 상관노이즈에 의해 전체적으로 상관노이즈가 증가하고, 다중경로 위치에 나타나는 피크(Peak)값

의 변화가 많음을 알 수 있다. 그러므로 추정부(111)에서 설정되는 문턱값을 증가시켜야 하며, 이에 따라서 문턱값 이하의 다중경로는 판단하지 못하므로 도 3의 (c)에 도시된 바와 같이 추정된 채널의 오차가 크다.

<23> 이상과 같이, 채널을 거친 수신신호와 PN 시퀀스 간의 상관관계에서 발생하는 잡음, 인접 심볼 간섭(ISI:inter symbol interference), 및 상관노이즈 등에 의해 일반적으로 채널 추정 오차가 발생한다. 이 중, 잡음 및 인접 심볼 간섭(ISI)에 의한 채널 추정 오차는 여러 심볼 평균을 통해 제거 가능하나, 상관노이즈에 의한 성능 열화는 여러 심볼 평균을 통해 제거할 수 없다.

<24> 따라서, 상관노이즈에 의해 채널 추정 오차가 발생하는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 상관노이즈(Correlation noise)에 의한 성능 열화를 제거할 수 있는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치 및 그의 채널 추정 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<26> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치는, 수신신호와 기준신호인 동기신호 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 제1수신신호의 상관함수(y_n) 및 상기 동기신호 간의 상관관계를 이용하여 동기신호의 상관함수(x_n)를 구하는 상관부와, 상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 제1문턱값(ξ_1)을 적용하여 제1다중경로(y_{τ_m} : τ_m 은 추정된 다중경로의 위치임)를 추정하는 제1추정부와, 상기 제1다중경로(y_{τ_m})를 이용하여 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 포함된 상관노이즈(N_n)를

제거하여 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 출력하는 상관노이즈제거부와, 상기 상관노이즈(N_n)가 제거된 제3수신신호의 상관함수(y_n'')에 제2문턱값(ξ_2)을 적용하여 제2다중경로($y_{\tau m}''$)를 추정하는 제2추정부를 갖는다.

<27> 상기 상관노이즈제거부는, 상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)를 이용하여 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)을 구하고, 상기 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)를 이용하여 제2수신신호의 상관함수(y_n')를 구하고, 상기 상관노이즈(N_n)를 상기 제2수신신호의 상관함수(y_n')와 상기 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)의 차에 의해 구하고, 상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에서 상기 상관노이즈(N_n)를 제거하여 상기 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 출력한다.

<28> 상기 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)는 다음의 식으로 나타내며, 여기서, $x_{\tau m}$ 은, τ_m 에 대응되는 상기 동기신호의 상관함수(x_n)의 값이다.

<29>
$$h_{\tau m} = x_{\tau m}^{-1} y_{\tau m}$$

<30> 상기 상관노이즈(N_n)는 다음의 식으로 나타난다.

<31>
$$N_n = y_n' - h_{\tau m}$$

<32> 상기 제3수신신호의 상관함수(y_n'')는 다음의 식으로 나타난다.

<33>
$$y_n'' = y_n - N_n = y_n - (y_n' - h_{\tau m})$$

<34> 상기 상관노이즈제거부는, 상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 크기 순으로 상기 상관노이즈를 제거하거나, 혹은, 상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 수신 순으로 상기 상관노이즈를 제거할 수 있다.

- <35> 한편, 본 발명에 따른 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법은, 수신신호와 기준신호인 동기신호 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 제1수신신호의 상관함수(y_n)를 구하고, 상기 동기신호 간의 상관관계를 이용하여 동기신호의 상관함수(x_n)를 구하는 단계와, 상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 제1문턱값(ξ_1)을 적용하여 제1다중경로($y_{\tau_m} : \tau_m$ 은 추정된 다중경로의 위치임)를 추정하는 제1추정단계와, 상기 제1다중경로(y_{τ_m})를 이용하여 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 포함된 상관노이즈(N_n)를 제거하여 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 출력하는 상관노이즈제거단계와, 상기 상관노이즈(N_n)가 제거된 제3수신신호의 상관함수(y_n'')에 제2문턱값(ξ_2)을 적용하여 제2다중경로(y_{τ_m}'')를 추정하는 제2추정단계를 가지는 것을 특징으로 한다.
- <36> 상기 상관노이즈제거단계는, 상기 제1다중경로(y_{τ_m})를 이용하여 역추적된 채널임펄스응답함수(h_{τ_m})을 구하고, 상기 역추적된 채널임펄스응답함수(h_{τ_m})를 이용하여 제2수신신호의 상관함수(y_n')를 구하고, 상기 상관노이즈(N_n)를 상기 제2수신신호의 상관함수(y_n')와 상기 역추적된 채널임펄스응답함수(h_{τ_m})의 차에 의해 구하고, 상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에서 상기 상관노이즈(N_n)를 제거하여 상기 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 출력한다.
- <37> 따라서, 채널 추정 장치의 성능 열화 요인 중 종래에 해결하지 못했던 상관노이즈를 제거할 수 있으며, 이에 의해 채널 추정 오차를 줄일 수 있다.
- <38> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- <39> 도 4는 본 발명에 따른 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치에 대한 개략적인 블록도이다.

- <40> 채널 추정 장치(400)는, 상관부(411), 제1추정부(413), 상관노이즈제거부(415), 및 제2추정부(417) 등을 가지며, 채널 추정에 이용되는 송수신기간의 동기신호로 예컨대, PN 시퀀스를 예로서 이하에서는 설명한다.
- <41> 상관부(411)는 채널을 거친 PN 시퀀스가, 즉 수신신호와 시스템내에서 생성된 기준 신호인 PN 시퀀스 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 수신신호의 상관함수를 구한다. 또한, PN 시퀀스 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 PN 시퀀스의 상관함수를 구한다.
- <42> 제1추정부(413)는 얻어진 수신신호의 상관함수에 제1문턱값을 적용하여 제1문턱값 이상의 상관값을 제1다중경로로 추정한다.
- <43> 상관노이즈제거부(415)는 제1추정부(413)에서 추정된 제1다중경로를 이용하여 수신 신호의 상관함수에 포함된 상관 노이즈(correlation noise)를 제거한다.
- <44> 제2추정부(417)는 노이즈성분이 제거된 수신신호의 상관함수에 제2문턱값을 적용하여 제2문턱값 이상의 상관값을 최종적으로 제2다중경로로 추정한다. 여기서, 제1문턱값 및 제2문턱값을 고정적으로 설정가능하며, 제2문턱값은 제1문턱값에 상대적으로 아주 작은 값으로 설정한다.
- <45> 이와 같이, 수신신호와 PN 시퀀스 간의 상관관계에 의해 얻어진 수신신호의 상관함수에 포함된 노이즈 성분을 제거한 후, 문턱값을 다시 적용하여 다중경로를 추정함으로써 채널 추정 오차를 줄일 수 있다.
- <46> 도 6은 본 발명에 따라서 약한 다중경로가 존재하는 채널을 추정하는 과정을 설명하기 위한 개념도이며, 도 7은 본 발명에 따라서 강한 다중경로가 존재하는 채널을 추정

하는 과정을 설명하기 위한 도이다. 이하에서는 도 6 및 도 8의 흐름도를 참조하여 본 발명에 따라서 약한 다중경로가 존재하는 채널이 추정되는 방법을 상세하게 설명한다.

<47> 상관부(411)는 수신신호와 PN 시퀀스 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 제1 수신신호의 상관함수(y_n : n 은 정수)를 구하고, PN 시퀀스 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 PN시퀀스의 상관함수(x_n)를 구한다(S811). 여기서, PN 시퀀스는 시스템에서 생성된 기준신호(Reference)이며, 후술되는 제2 PN시퀀스의 상관함수($x_{\tau m}$)와 차별화하기 위해 이하에서는 '제1 PN시퀀스의 상관함수'라 한다.

<48> 한편, 수신채널에 따른 임펄스 응답함수(h_n)는, 도 6a에 도시된 바와 같으며, 다음의 수학적 식 1과 같이 정의 될 수 있다.

<49> **【수학적 식 1】**
$$h_n = x_n^{-1} y_n$$

<50> 채널임펄스 응답함수(h_n)는 후술되는 제2 채널임펄스 응답함수($h_{\tau m}$)와 차별화하기 위해 이하에서는 '제1 채널임펄스 응답함수'라 한다.

<51> 상관부(411)에서 구한 제1 PN시퀀스의 상관함수(x_n)는 도 5에 도시된 바와 같으며, 제1수신신호의 상관함수(y_n)는 도 6b에 도시된 바와 같다.

<52> 도 6b에 도시된 바와 같이 얻어진 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 대해 제1추정부(413)는 임의로 설정된 제1문턱값(ξ_1)을 적용하여 제1문턱값(ξ_1) 이상의 상관값($y_{\tau m}$)을 제1다중경로로 추정한다(S813). 여기서, τm (m 은 정수)은 제1다중경로의 위치이다.

<53> 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 제1문턱값(ξ_1)이 적용된 제1다중경로($y_{\tau m}$)는 수학적 식 2과 같이 나타낼 수 있으며, 도 6c와 같이 도시된다.

<54> **【수학식 2】** $y_{\tau_0} = x_{\tau_0-\tau_0} \times h_{\tau_0} + x_{\tau_1-\tau_0} \times h_{\tau_1} + x_{\tau_2-\tau_0} \times h_{\tau_2} + x_{\tau_3-\tau_0} \times h_{\tau_3} + \dots$

<55> $y_{\tau_1} = x_{\tau_0-\tau_1} \times h_{\tau_0} + x_{\tau_1-\tau_1} \times h_{\tau_1} + x_{\tau_2-\tau_1} \times h_{\tau_2} + x_{\tau_3-\tau_1} \times h_{\tau_3} + \dots$

<56> $y_{\tau_2} = x_{\tau_0-\tau_2} \times h_{\tau_0} + x_{\tau_1-\tau_2} \times h_{\tau_1} + x_{\tau_2-\tau_2} \times h_{\tau_2} + x_{\tau_3-\tau_2} \times h_{\tau_3} + \dots$

<57> $y_{\tau_3} = x_{\tau_0-\tau_3} \times h_{\tau_0} + x_{\tau_1-\tau_3} \times h_{\tau_1} + x_{\tau_2-\tau_3} \times h_{\tau_2} + x_{\tau_3-\tau_3} \times h_{\tau_3} + \dots$

<58>

<59> 이와 같이, 제1추정부(413)에서 추정된 제1다중경로(y_{τ_m})를 이용하여 상관노이즈 제거부(415)에서는 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 포함된 상관노이즈를 제거한다(S815).

<60> 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 포함된 상관노이즈를 찾는 과정은 다음과 같다. 먼저, 앞서 설명된 수학식 1 및 수학식 2를 통해서 제1다중경로(y_{τ_m})를 이용하여 역추적함으로써 제2 채널임펄스 응답함수(h_{τ_m})를 구한다.

<61> 제1다중경로(y_{τ_m})에 이용해서 제2 채널임펄스 응답함수(h_{τ_m})를 역추적하는 과정은 수학식 3와 같이 나타낼 수 있다.

<62> **【수학식 3】** $h_{\tau_m} = x_{\tau_m}^{-1} y_{\tau_m}$

<63> 여기서, y_{τ_m} 는 제1추정부(413)에 의해 구해진 제1다중경로(y_{τ_m})이며, x_{τ_m} 은 제1다중경로(y_{τ_m})의 위치 τ_m 에 대응되는 제1 PN시퀀스의 상관함수(x_n)의 값이다. 이하에서는 x_{τ_m} 을 제2 PN시퀀스의 상관함수(x_{τ_m})라 한다.

<64> 한편, 수학식 3은, 수학식 4와 같이 행렬 식으로 정의될 수 있으며, 이에 의해 제2 채널임펄스 응답함수($h_{\tau m}$)를 얻을 수 있다.

<65>

$$h_{\tau m} = \begin{bmatrix} x_{\tau_0-\tau_0} & x_{\tau_1-\tau_0} & x_{\tau_2-\tau_0} & x_{\tau_3-\tau_0} & \dots \\ x_{\tau_0-\tau_1} & x_{\tau_1-\tau_1} & x_{\tau_2-\tau_1} & x_{\tau_3-\tau_1} & \dots \\ x_{\tau_0-\tau_2} & x_{\tau_2-\tau_1} & x_{\tau_2-\tau_2} & x_{\tau_3-\tau_2} & \dots \\ x_{\tau_0-\tau_3} & x_{\tau_1-\tau_3} & \dots & & \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} y_{\tau_0} \\ y_{\tau_1} \\ y_{\tau_2} \\ y_{\tau_3} \\ \dots \end{bmatrix}$$

【수학식 4】

<66> 수학식 4는 제1 수신신호의 상관함수(y_n) 전체에 포함되는 상관노이즈를 제거할 경우의 계산식이다.

<67> 다음의 수학식 5는, 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 크기 순으로 순차적으로 상관노이즈를 제거할 경우의 계산식이다. 여기서, 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 크기 순은 $y_{\tau 1} > y_{\tau 0} > y_{\tau 2} > y_{\tau 3}$ 이다.

<68>

$$h_{\tau m} = \begin{bmatrix} x_0 & x_{\tau_1} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & x_0 & 0 & 0 & \dots \\ x_{\tau_2} & x_{\tau_2-\tau_1} & x_0 & 0 & \dots \\ x_{\tau_3} & x_{\tau_3-\tau_1} & x_{\tau_3-\tau_2} & x_0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} y_{\tau_0} \\ y_{\tau_1} \\ y_{\tau_2} \\ y_{\tau_3} \\ \dots \end{bmatrix}$$

【수학식 5】

<69> 다음의 수학식 6은, 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 수신 순으로 순차적으로 상관노이즈를 제거할 경우의 계산식이다.

<70>

$$h_{\tau m} = \begin{bmatrix} x_0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ x_{\tau_1} & x_0 & 0 & 0 & \dots \\ x_{\tau_2} & x_{\tau_2-\tau_1} & x_0 & 0 & \dots \\ x_{\tau_3} & x_{\tau_3-\tau_1} & x_{\tau_3-\tau_2} & x_0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} y_{\tau_0} \\ y_{\tau_1} \\ y_{\tau_2} \\ y_{\tau_3} \\ \dots \end{bmatrix}$$

【수학식 6】

<71> 물론, 채널 추정 장치의 계산량은 수학식 4 > 수학식 5 > 수학식 6 순으로

많으나, 채널 추정 성능은 수학식 4 > 수학식 5 > 수학식 6 순으로 우수하다.

<72> 이상과 같이 수학식 4 내지 수학식 6 중 어느 하나에 의해 제2 채널임펄스 응답함수($h_{\tau m}$)를 얻을 수 있으며, 도 6d는 수학식 4에 의해 얻어진 제2 채널임펄스 응답함수($h_{\tau m}$)를 도시한 것이다.

<73> 다음, 도 6d에 도시된 제2 채널임펄스 응답함수($h_{\tau m}$)와, 제1 PN시퀀스의 상관함수(x_n) 간에 상관관계(correlation)를 적용하여 제1 수신신호의 상관함수(y_n)와 유사한 제2 수신신호의 상관함수(y_n')를 구한다. 제2수신신호의 상관함수(y_n')는 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

<74> 【수학식 7】 $y_n' = \text{corr.}(x_n, h_{\tau m})$

<75> 또한, 제2 수신신호의 상관함수(y_n')는, 도 6e에 도시된 바와 같다.

<76> 도 6e에 도시된 제2수신신호의 상관함수(y_n')에서 도 6d에 도시된 제2 채널임펄스 응답함수($h_{\tau m}$)를 빼면, 도 6f에 도시된 바와 같이 제1수신신호의 상관함수(y_n)의 상관노이즈만 남는다. 즉, 상관노이즈(N_n)는 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

<77> 【수학식 8】 $N_n = y_n' - h_{\tau m}$

<78> 따라서, 상관노이즈제거부(415)는 제1 수신신호의 상관함수(y_n)에서 수학식 8과 같은 상관노이즈(N_n)를 뺌으로써 상관노이즈(N_n)가 제거된 제3 수신신호의 상관함수(y_n'')를 출력한다. 상관노이즈(N_n)가 제거된 제3 수신신호의 상관함수(y_n'')는 수학식 9과 같이 나타낼 수 있으며, 도 6g에 도시된 바와 같다.

<79> **【수학식 9】**
$$y_n'' = y_n - N_n = y_n - (y_n' - h_{\tau m})$$

<80> 이후, 제2추정부(417)는 설정된 제2문턱값(ξ_2)을 적용하여 제2문턱값(ξ_2) 이상의 제2다중경로($y_{\tau m}''$)를 추정한다(S817). 여기서, τ_m (m 은 정수)은 제2다중경로의 위치이다. 도 6h는 제2추정부(417)에서 추정한 제2다중경로($y_{\tau m}''$)를 도시한 도이다.

<81> 따라서, 채널 추정 장치의 성능 열화 요인 중 종래에 해결하지 못했던 상관노이즈를 제거할 수 있으며, 이에 의해 채널 추정 오차를 줄일 수 있다. 즉, 도 6a에 도시된 채널에 의한 임펄스 응답함수(h_n)와 도 6h에 도시된 최종적으로 추정된 제2다중경로($y_{\tau m}''$)를 비교해 볼 때, 제2다중경로($y_{\tau m}''$)는 수신채널의 임펄스 응답함수(h_n)에 대해 거의 오차 없이 추정됨을 볼 수 있다.

<82> 도 7a 내지 도 7h에 도시된 강한 다중경로가 존재하는 채널의 추정 과정은, 이상에서 설명된 도 6a 내지 도 6h에의 약한 다중경로가 존재하는 채널의 추정 과정과 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

<83> 도 7a에 도시된 채널에 의한 임펄스 응답함수(h_n)와 도 7h에 도시된 최종적으로 추정된 제2다중경로($y_{\tau m}''$)를 비교해 볼 때, 제2다중경로($y_{\tau m}''$)는 채널 임펄스 응답함수(h_n)와 거의 오차없이 추정됨을 볼 수 있다.

【발명의 효과】

<84> 본 발명에 따르면, 채널 추정 장치에 있어서 채널 추정 오차의 발생 원인인 상관노이즈를 제거함으로써, 약한 다중경로가 존재하는 경우 상관노이즈 보다 작은 약한 다중경로를 추정할 수 있으며, 또한, 강한 다중경로가 존재하는 경우 보다 정확하게 채널을 추정할 수 있다. 따라서, 디지털 통신 시스템에서 채널 추정을 이용하는 동기 및 등화 성능을 향상시킬 수 있다.

<85> 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

수신신호와 기준신호인 동기신호 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 제1수신신호의 상관함수(y_n) 및 상기 동기신호 간의 상관관계를 이용하여 동기신호의 상관함수(x_n)를 구하는 상관부;

상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 제1문턱값(ξ_1)을 적용하여 제1다중경로(y_{τ_m} : τ_m 은 추정된 다중경로의 위치임)를 추정하는 제1추정부;

상기 제1다중경로(y_{τ_m})를 이용하여 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 포함된 상관노이즈(N_n)를 제거하여 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 구하는 상관노이즈제거부;

상기 상관노이즈(N_n)가 제거된 제3수신신호의 상관함수(y_n'')에 제2문턱값(ξ_2)을 적용하여 제2다중경로(y_{τ_m}'')를 추정하는 제2추정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 상관노이즈제거부는,

상기 제1다중경로(y_{τ_m})를 이용하여 역추적된 채널임펄스응답함수(h_{τ_m})을 구하고,

상기 역추적된 채널임펄스응답함수(h_{τ_m})를 이용하여 제2수신신호의 상관함수(y_n')를 구하고,

상기 상관노이즈(N_n)를 상기 제2수신신호의 상관함수(y_n')와 상기 역추적된 채널임펄스응답함수(h_{τ_m})의 차에 의해 구하고,

상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에서 상기 상관노이즈(N_n)를 제거하여 상기 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 구하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치.

【청구항 3】

제 2항에 있어서,

상기 역추적된 채널임펄스응답함수(h_{τ_m})는 다음의 식으로 나타내는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치:

$$h_{\tau_m} = x_{\tau_m}^{-1} y_{\tau_m}$$

여기서, x_{τ_m} 은, τ_m 에 대응되는 상기 동기신호의 상관함수(x_n) 임.

【청구항 4】

제 2항에 있어서,

상기 상관노이즈(N_n)는 다음의 식으로 나타내는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치:

$$N_n = y_n' - h_{\tau_m}$$

【청구항 5】

제 2항에 있어서,

상기 제3수신신호의 상관함수(y_n'')는 다음의 식으로 나타내는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치:

$$y_n'' = y_n - N_n = y_n - (y_n' - h_{\tau_m})$$

【청구항 6】

제 1항에 있어서,
 상기 상관노이즈제거부는,
 상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 크기 순으로 상기 상관노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치.

【청구항 7】

제 1항에 있어서,
 상기 상관노이즈제거부는,
 상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 수신 순으로 상기 상관노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치.

【청구항 8】

제 1항에 있어서,
 상기 동기신호는 PN 시퀀스인 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 장치.

【청구항 9】

수신신호와 기준신호인 동기신호 간의 상관관계(correlation)를 이용하여 제1수신 신호의 상관함수(y_n)를 구하고, 상기 동기신호 간의 상관관계를 이용하여 동기신호의 상관함수(x_n)를 구하는 단계;

상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 제1문턱값(ξ_1)을 적용하여
 제1다중경로($y_{\tau m}$: τm 은 추정된 다중경로의 위치임)를 추정하는 제1추정단계;

상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)를 이용하여 제1수신신호의 상관함수(y_n)에 포함된 상관노이즈(N_n)를 제거하여 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 구하는 상관노이즈제거단계; 및

상기 상관노이즈(N_n)가 제거된 제3수신신호의 상관함수(y_n'')에 제2문턱값(ξ_2)을 적용하여 제2다중경로($y_{\tau m}''$)를 추정하는 제2추정단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 상관노이즈제거단계는,

상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)를 이용하여 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)을 구하고,

상기 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)를 이용하여 제2수신신호의 상관함수(y_n')를 구하고,

상기 상관노이즈(N_n)를 상기 제2수신신호의 상관함수(y_n')와 상기 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)의 차에 의해 구하고,

상기 제1수신신호의 상관함수(y_n)에서 상기 상관노이즈(N_n)를 제거하여 상기 제3수신신호의 상관함수(y_n'')를 구하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법.

【청구항 11】

제 10항에 있어서,

상기 역추적된 채널임펄스응답함수($h_{\tau m}$)는 다음의 식으로 나타내는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법:

$$h_{\tau m} = x_{\tau m}^{-1} y_{\tau m}$$

여기서, $x_{\tau m}$ 은, τm 에 대응되는 상기 동기신호의 상관함수(x_n) 임.

【청구항 12】

제 10항에 있어서,

상기 상관노이즈(N_n)는 다음의 식으로 나타내는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법:

$$N_n = y_n' - h_{\tau m}$$

【청구항 13】

제 10항에 있어서,

상기 제3수신신호의 상관함수(y_n'')는 다음의 식으로 나타내는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법:

$$y_n'' = y_n - N_n = y_n - (y_n' - h_{\tau m})$$

【청구항 14】

제 9항에 있어서,

상기 상관노이즈제거단계는,

상기 제1다중경로($y_{\tau m}$)의 크기 순으로 상기 상관노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법.

【청구항 15】

제 9항에 있어서,

상기 상관노이즈제거단계는,

상기 제1다중경로(y_{rm})의 수신 순으로 상기 상관노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법.

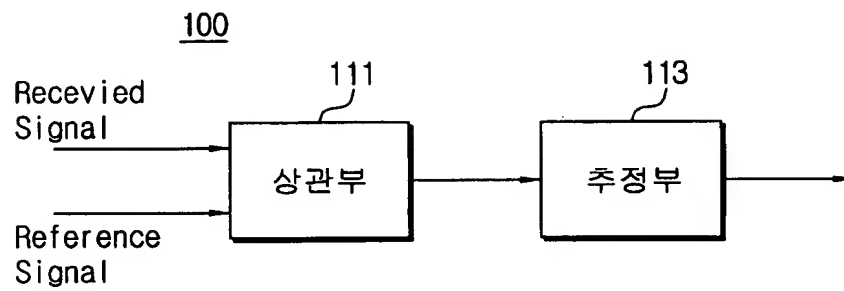
【청구항 16】

제 9항에 있어서,

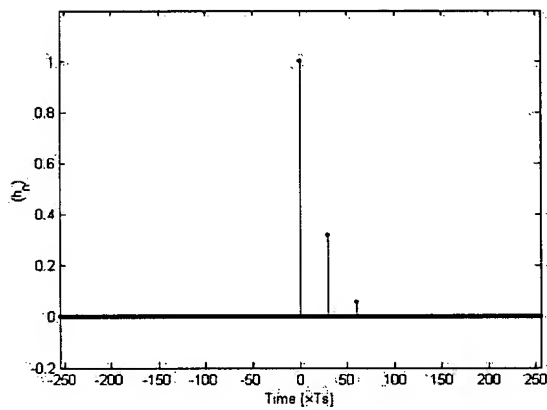
상기 동기신호는 PN 시퀀스인 것을 특징으로 하는 디지털 통신 시스템의 채널 추정 방법.

【도면】

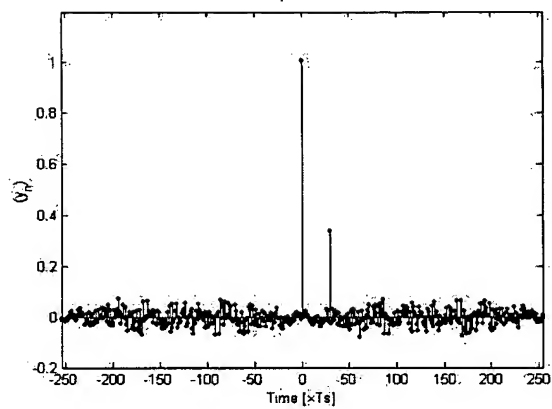
【도 1】



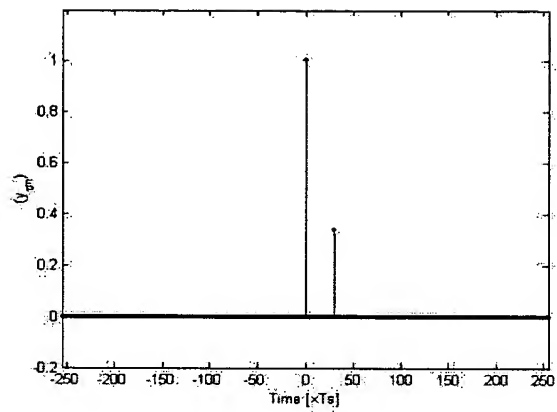
【도 2a】



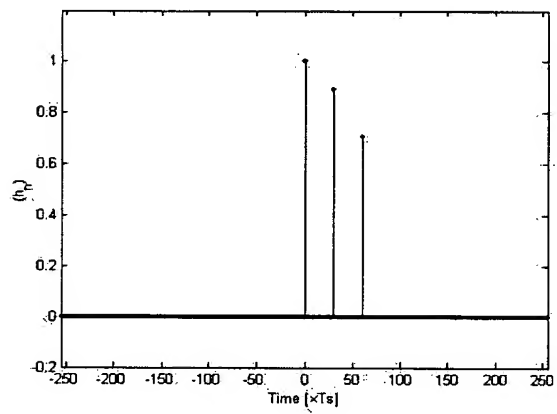
【도 2b】



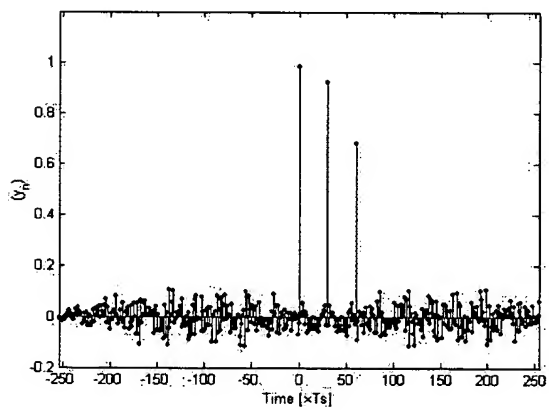
【도 2c】



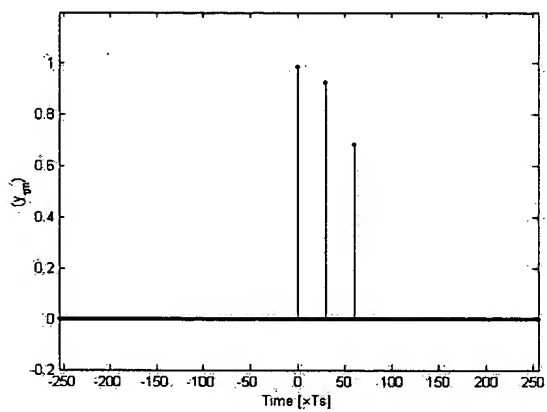
【도 3a】



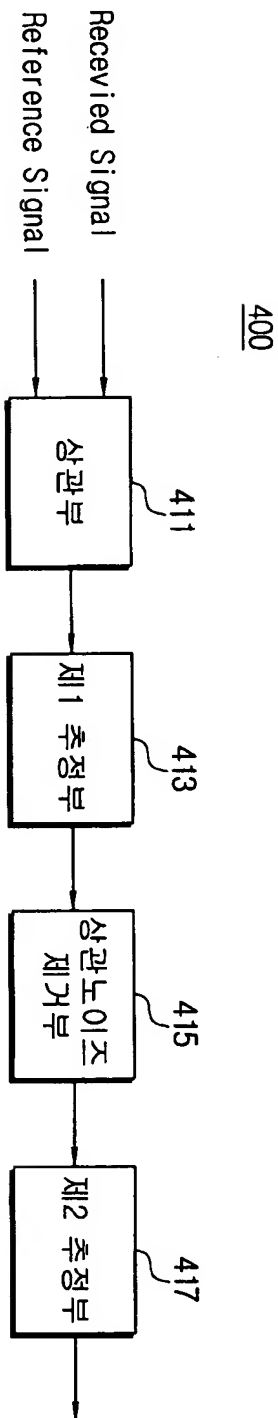
【도 3b】



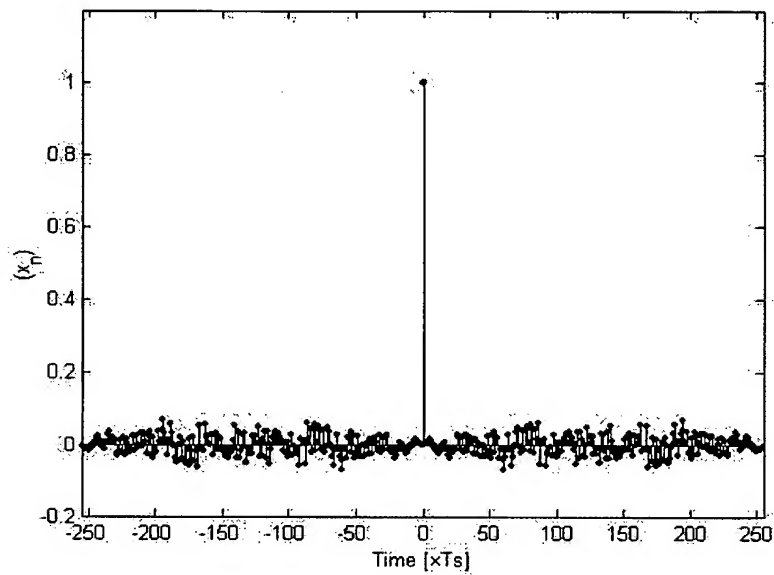
【도 3c】



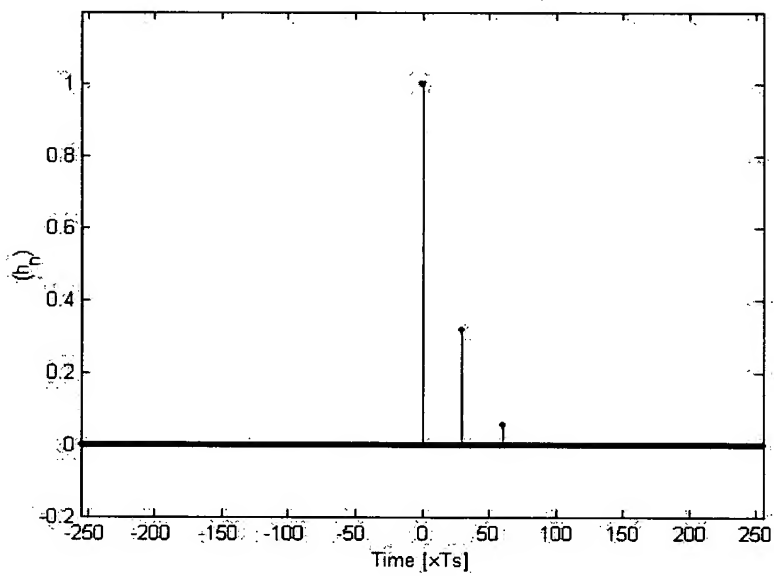
【도 4】



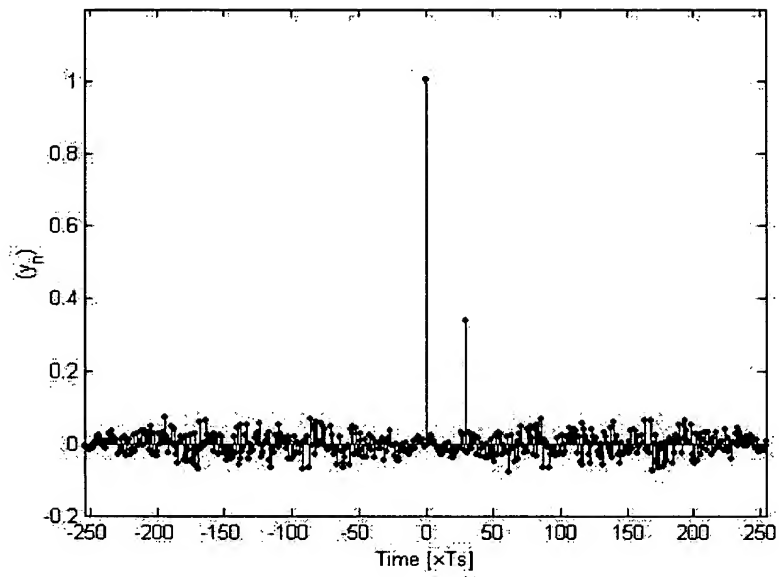
【도 5】



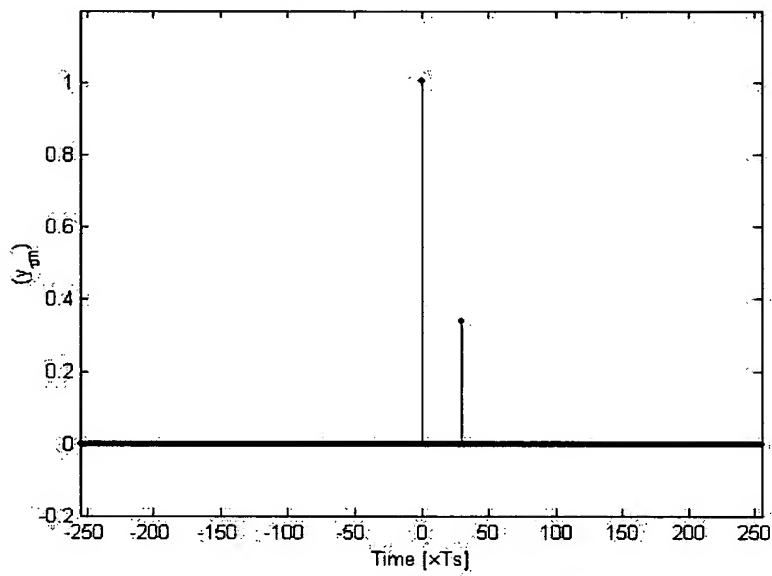
【도 6a】



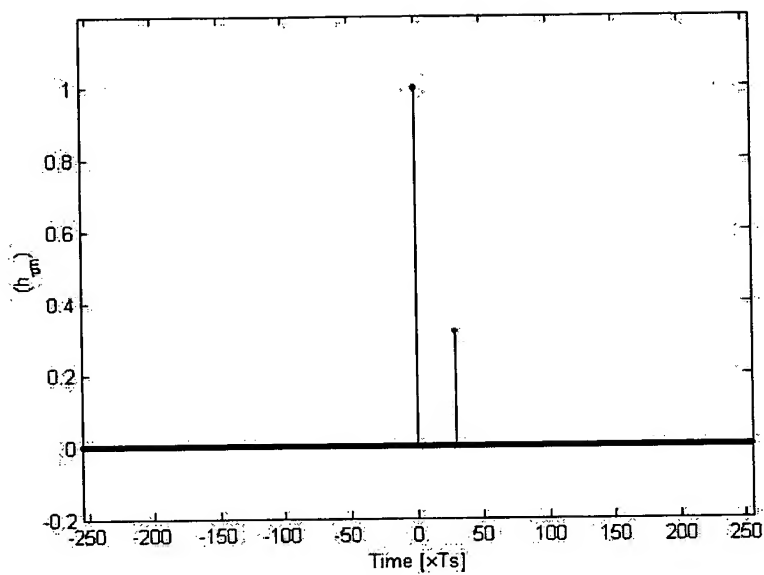
【도 6b】



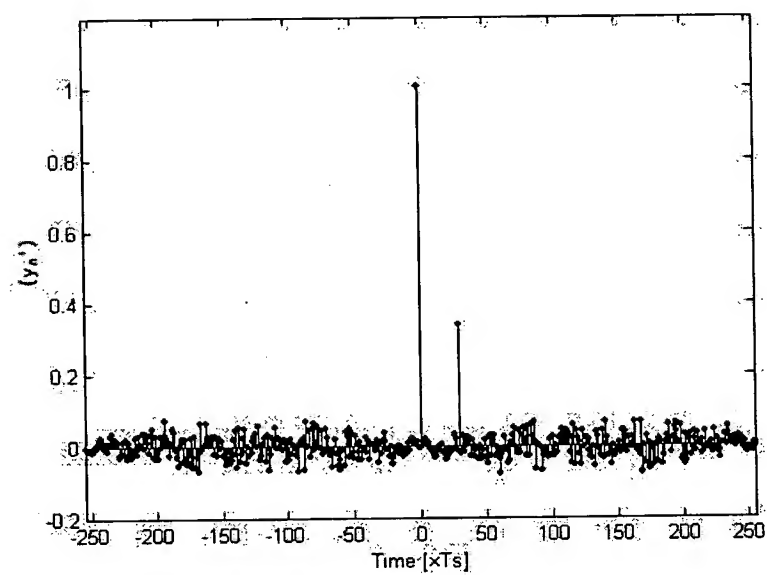
【도 6c】



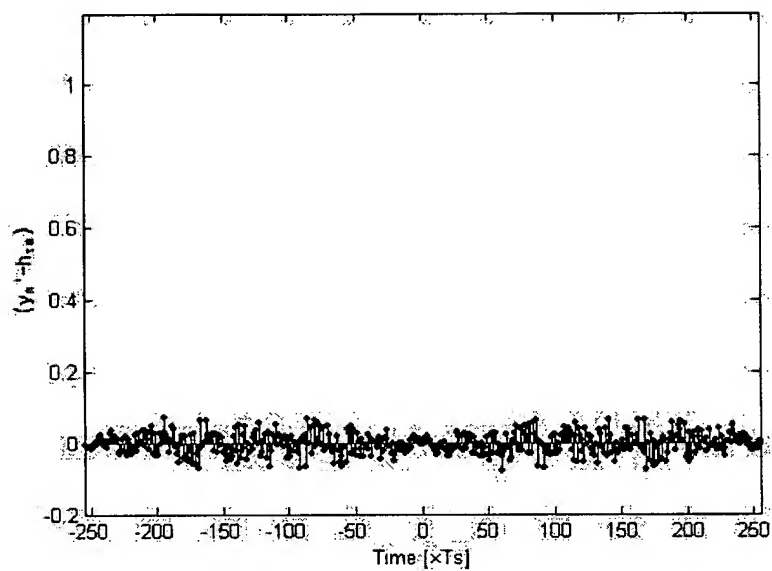
【도 6d】



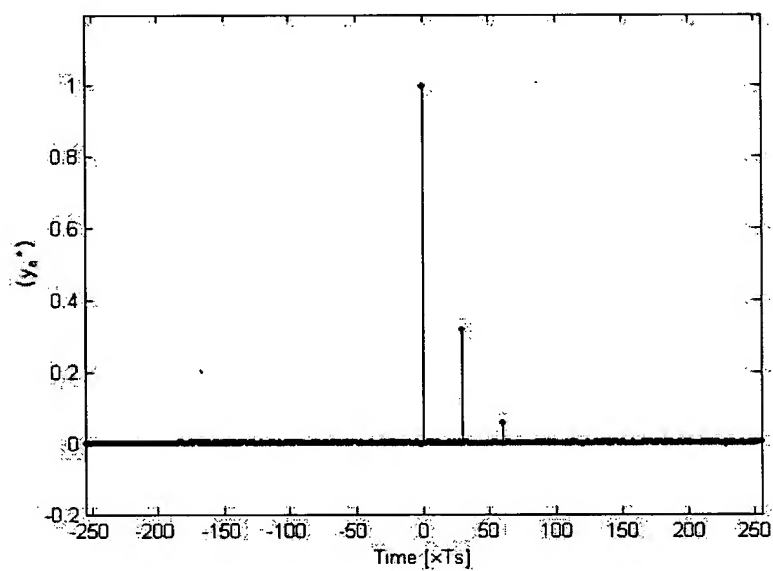
【도 6e】



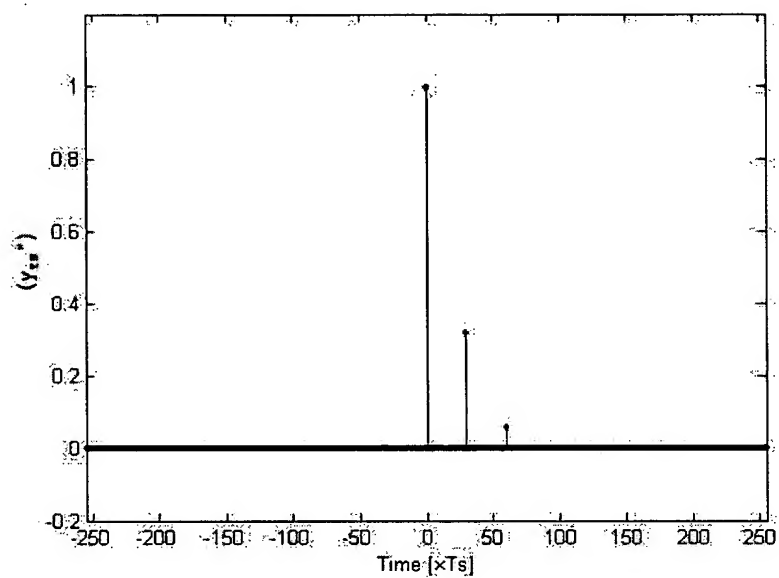
【도 6f】



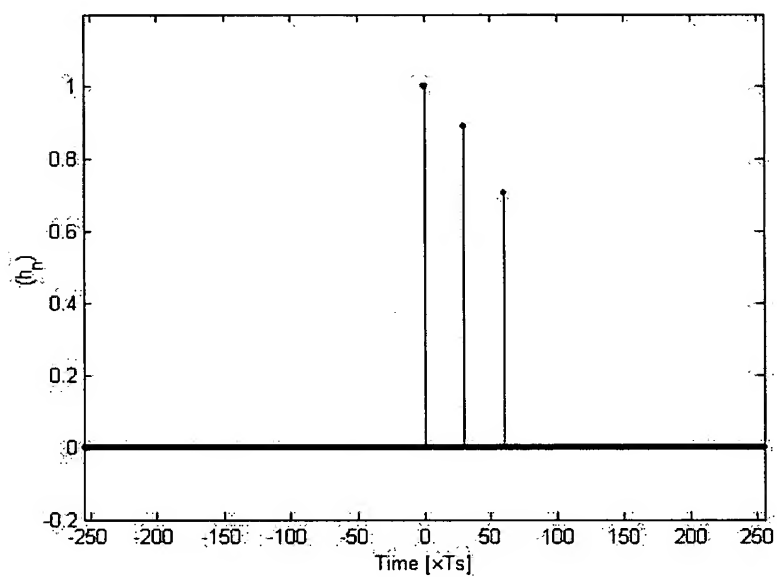
【도 6g】



【도 6h】

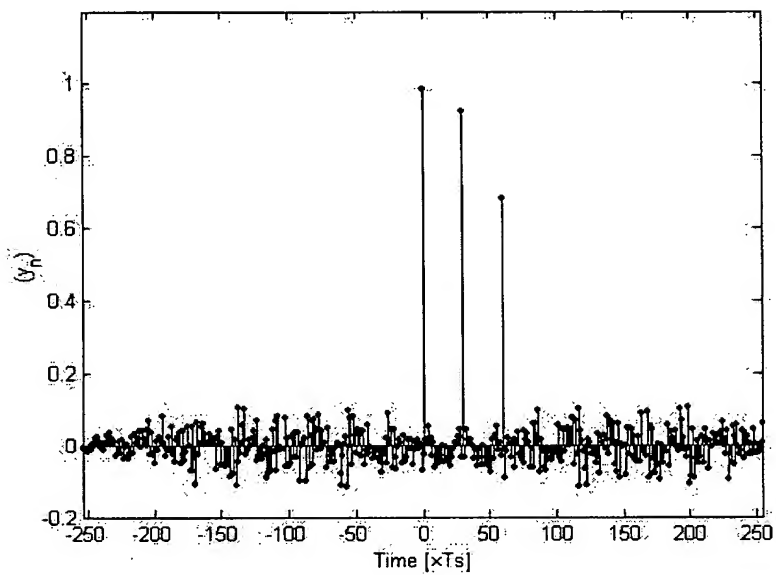


【도 7a】

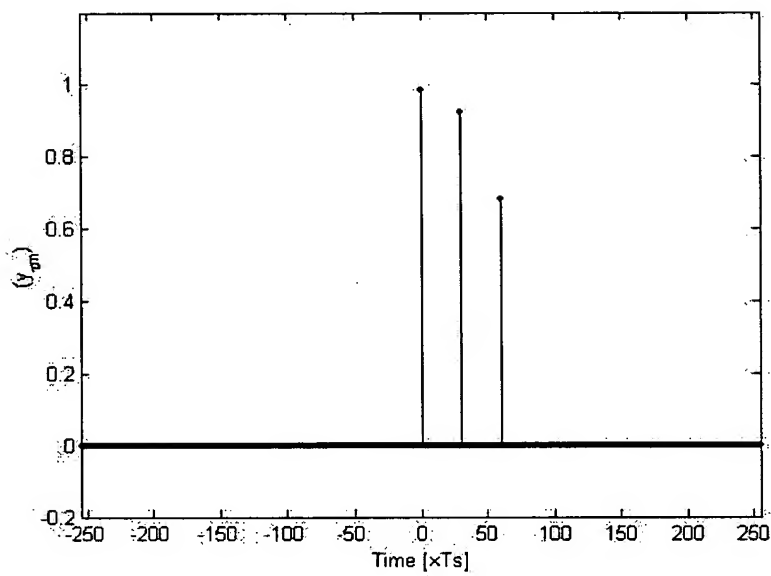




【도 7b】

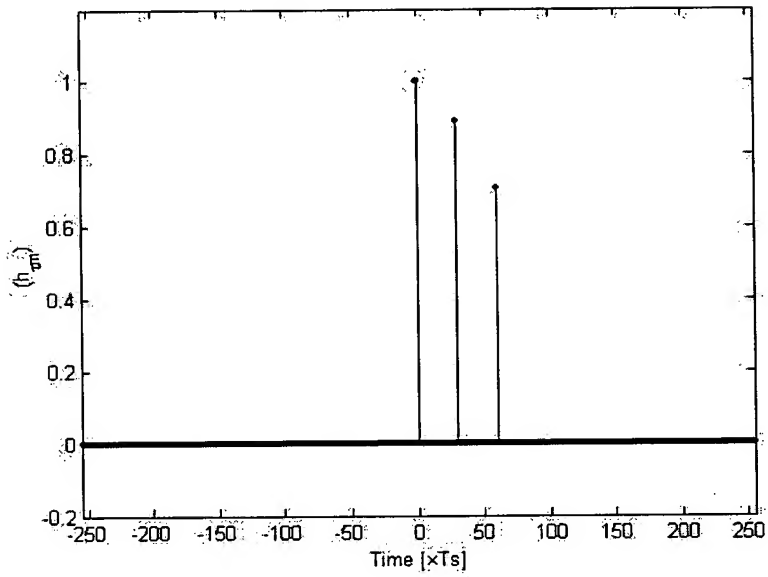


【도 7c】

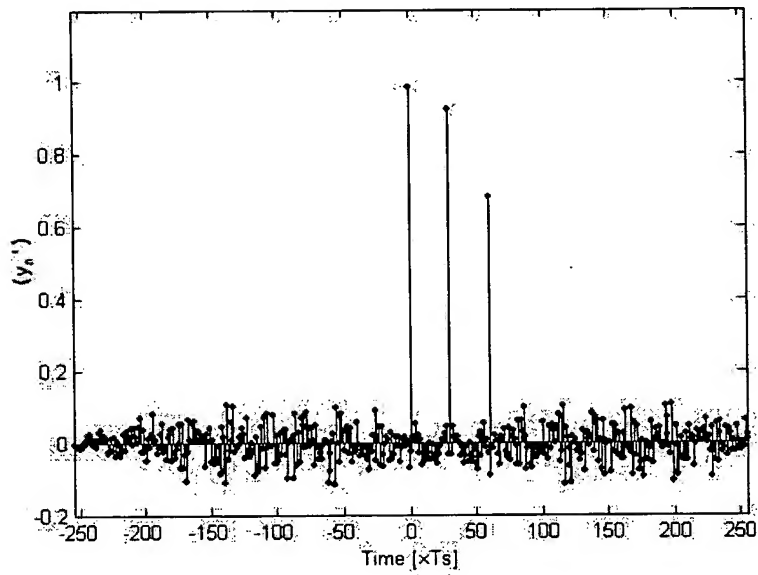




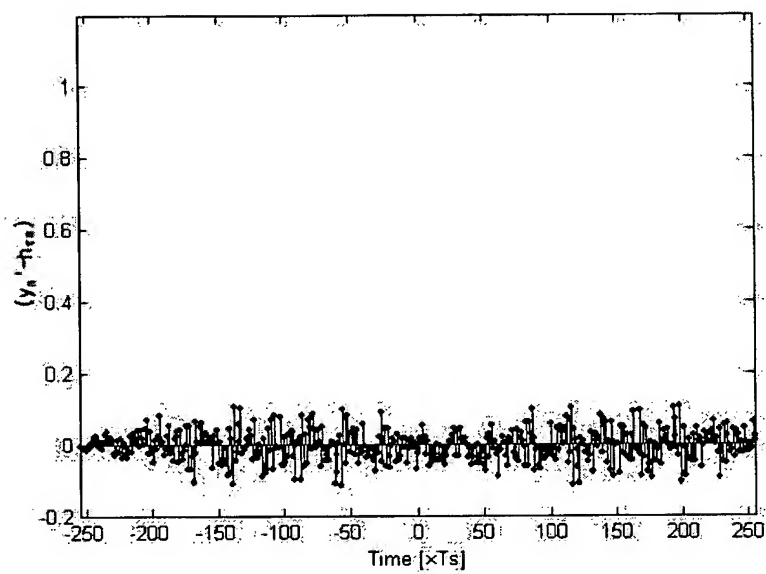
【도 7d】



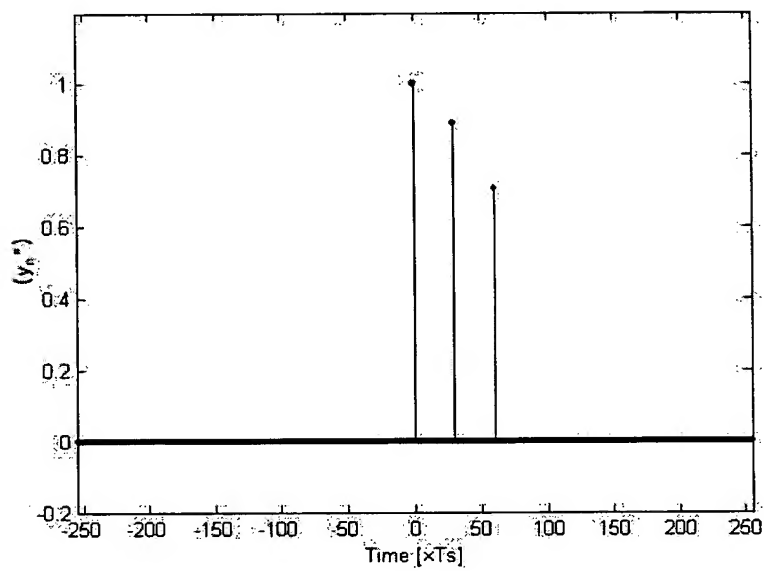
【도 7e】



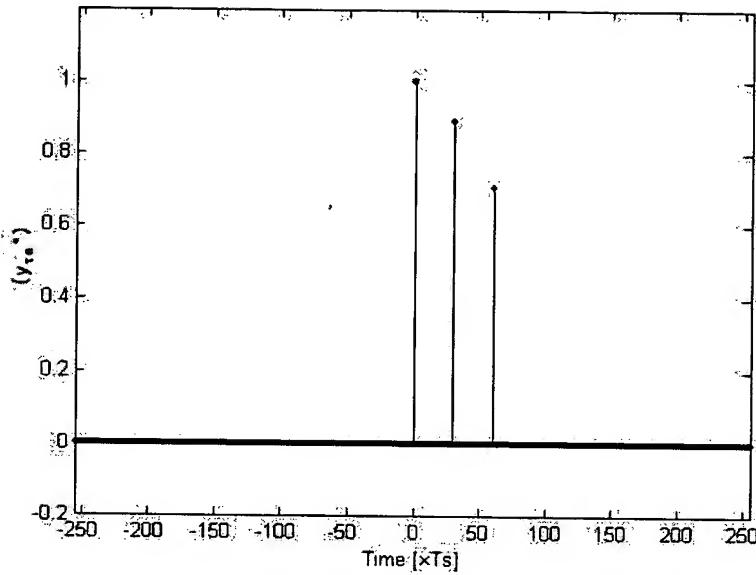
【도 7f】



【도 7g】



【도 7h】



【도 8】

